

บทที่ 5 วิจารณ์ผล

5.1 ผลของน้ำร้อน (hot water) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของผลฝรั่งก่อนการแปรรูป ที่มีต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู

จากการทดลองจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนก่อนการแปรรูป พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถช่วยชะลอการลดลงของค่าความสว่าง (ค่า L*) ค่าสีของฝรั่ง (ค่า Hue) และปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ในขณะที่พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 30 นาที ช่วยรักษาความแน่นเนื้อและทำให้ฝรั่งมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความกรอบสูงกว่าการจุ่มผลฝรั่งลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้น้ำร้อนนั้นมีผลยับยั้งกระบวนการสุกจึงสามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ (Woolf, 1997; Lurie, 1998 และ Paull and Chen, 2000) นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุมาจากในระหว่างที่ผลไม่ได้รับความร้อนจะทำให้ปริมาณน้ำตาล arabinose และ galactose ลดลง (Ben-Shalom และคณะ, 1993) ซึ่งการลดลงของน้ำตาล (neutral sugar side chain) ในระหว่างที่มีการให้ความร้อนก่อให้เกิดการจับกันของสาย pectin จึงทำให้ผลไม่มีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Lurie, 1998) และยังมีสาเหตุมาจากการยับยั้งการสังเคราะห์ polygalacturonase (Chan และคณะ, 1981; Yoshida และคณะ, 1984; Lazan และคณะ, 1989) และเอนไซม์ alpha และ beta-galactosidase (Sozzi และคณะ, 1996) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่มของ cell wall hydrolytic enzyme จึงช่วยลดการอ่อนนุ่มของผลไม่ได้

มีรายงานว่า การจุ่มแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ก่อนการแปรรูปสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ lipase ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเสื่อมสลายของผนังเซลล์ (Lamikanra และ Watson, 2007) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าผลฝรั่งที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง คือ 60 องศาเซลเซียส เกิดลักษณะอาการผิวดกตึ๊งมากกว่าผลฝรั่งที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่สูงเกินไปสำหรับฝรั่งพันธุ์กิมจูซึ่งเป็นฝรั่งที่มีขนาดเล็กกว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง จึงทำให้เกิดความเสียหายได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง ในขณะที่ Dea และคณะ (2010) พบว่าการจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 75 หรือ 90 นาที ก่อนการแปรรูปไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับมะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภคในระหว่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การจุ่มผลแพร์ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส นาน 40-150 นาที สามารถช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลและช่วยรักษาความแน่นเนื้อของแพร์ตัดแต่งพร้อมบริโภค

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนทุกวิธีการทดลองสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Lactic acid bacteria Coliforms ยีสต์และราได้ โดยการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ช่วยลดการเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 40 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งการจุ่มผลฝรั่งในน้ำร้อนโดยตรงสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

ได้ เนื่องจากน้ำร้อนสามารถสัมผัสโดยตรงกับผิวของผลไม้บริเวณเซลล์ 2-3 ชั้นแรกซึ่งเป็นแหล่งที่พบเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ (Fallik, 2004)

5.2 ผลของน้ำร้อน (hot water) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของผลฝรั่งก่อนการแปรรูป ที่มีต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง

จากการทดลองจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนก่อนการแปรรูป พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* และค่า Hue ซึ่งค่า Hue จะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่การจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองลงในน้ำร้อนทุกวิธีการทดลองช่วยเพิ่มค่าความแน่นเนื้อในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา แต่พบว่าค่าความแน่นเนื้อจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของค่าความแน่นเนื้อในแต่ละวิธีการทดลองที่ใช้ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีพบว่าฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยผลฝรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 10 นาที มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลฝรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนนาน 30 นาที จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น ความกรอบ และการเกิดลักษณะอาการผิดปกติ พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงกว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ไม่สูงเกินไปสำหรับการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองที่ผ่านการแปรรูปแล้วจึงทำให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติอื่นเนื่องมาจากความร้อนน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า เช่นที่มีรายงานว่าผลการจุ่มผล avocado พันธุ์ 'Hass' ลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถช่วยลดความเสียหายของผิว avocado ได้ (Woolf และ Laing, 1996; Woolf, 1997)

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นได้ ภายหลังจากที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Lactic acid bacteria ยีสต์และราได้ โดยชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 40 องศาเซลเซียส ในขณะที่การจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนในทุกระยะการทดลองสามารถชะลอการเพิ่มจำนวน coliforms ได้ในช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษา โดยพบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถชะลอการเพิ่มจำนวน coliforms ได้ดีที่สุด ในขณะที่การจุ่มผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ชะลอการเพิ่มจำนวน Lactic acid bacteria ได้ดีที่สุด ซึ่งการจุ่มผลไม้ในน้ำร้อนสามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียซึ่งติดมาจากการผิวของผลไม้ได้ (Couey, 1989; Sharp, 1994; Lurie, 1998)

5.3 ผลของลมร้อน (hot air) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของผลฝรั่งก่อนการแปรรูป ที่มีต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู

จากการทดลองอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูป พบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* ได้ดีที่สุด และการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ช่วยชะลอการลดลงของค่า Hue แต่อย่างไรก็ตามไม่พบว่ามี ความแตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษากการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อพบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูปที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ดีกว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในขณะที่มีการลดลงของปริมาณวิตามินซีเพียงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีรายงานว่า การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 35-38 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนของมะเขือเทศ (Biggs และคณะ, 1988) และแอปเปิ้ล (Klein, 1989) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 35-38 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เกิดการสะสมของ endogenous ACC ในเนื้อเยื่อของแอปเปิ้ลและมะเขือเทศจึงทำให้การผลิตเอทิลีนลดลง (Yu และคณะ, 1980; Atta Aly, 1992) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นและใช้ระยะเวลานานขึ้นจะทำให้ ACC ลดลงในที่สุด (Klein, 1989; Atta Aly, 1992)

จากการศึกษากการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น และความกรอบในฝรั่งพันธุ์กิมจูที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ เนื่องจากการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ จึงทำให้ความอ่อนนุ่มลดลงและความกรอบเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติมากกว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากการศึกษากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์พบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ก่อนการแปรรูปสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Lactic acid bacteria Coliforms ยีสต์และราได้ดีกว่าการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.4 ผลของลมร้อน (hot air) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของผลฝรั่งก่อนการแปรรูป ที่มีต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง

จากการทดลองอบผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูป พบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* ในขณะที่การอบผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ช่วยชะลอการลดลงของค่า Hue นอกจากนี้ยังพบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อและปริมาณวิตามินซีได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งการอบด้วยลมร้อนสามารถยับยั้งการสลายตัวของ uronic acid ที่ผนังเซลล์จึงทำให้ soluble pectin ลดน้อยลง และ insoluble pectin เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ดังที่มีรายงานการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ในผลแอปเปิ้ลที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส (Klein และ Lurie, 1990; Ben-Shalom และคณะ, 1993, 1996) ยิ่งกว่านั้นยังพบว่าแอปเปิ้ล

ที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนมีปริมาณแคลเซียมใน soluble pectin น้อย ในขณะที่พบปริมาณแคลเซียมจับกับในผนังเซลล์มากขึ้น (Lurie และ Klein, 1992) Shellie และ Mangan (1994) รายงานว่าการอบผลไม้ด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 38 หรือ 40 องศาเซลเซียส จะเกิดการอ่อนนุ่มช้ากว่าผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบด้วยลมร้อน ในขณะที่พบว่า การอบผลไม้และมะละกอด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ก่อให้เกิดการอ่อนนุ่มได้เร็วที่สุด จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า การอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูปที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น และความกรอบสูงกว่าการอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามการอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติมากกว่าการอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์พบว่า การอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนในทุกวิธีการทดลองสามารถลดปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นได้ โดยการอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถชะลอการเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria และ Coliforms ในขณะที่การอบผลไม้ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองอื่น

ซึ่งมีรายงานว่า การใช้ลมร้อนสามารถลดการเน่าเสียของแอปเปิ้ลซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Penicillium expansum* และ *Botrytis cinerea* (Fallik และคณะ, 1996; Klein และคณะ, 1997)

5.5 ผลของน้ำร้อน (hot water) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของฝรั่งที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู

จากการทดลองจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา พบว่าการจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ช่วยชะลอการลดลงของค่าความสว่าง (ค่า L*) ค่าสีของฝรั่ง (ค่า Hue) รองลงมาคือการจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งการใช้น้ำร้อนมีผลในการยับยั้งกระบวนการสุกจึงช่วยยับยั้งการพัฒนาของสีฝรั่งได้ ดังที่มีรายงานการใช้น้ำร้อนซึ่งพบว่าสามารถช่วยยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีของมะนาวและมะเขือเทศ (Fallik และคณะ, 2001; Ilic และคณะ, 2001) จากการทดลองพบว่า การจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซี และมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น และความกรอบ สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ อีกทั้งยังมีลักษณะอาการผิดปกติต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งการใช้ความร้อนมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของผนังเซลล์ทำให้ยับยั้งกระบวนการ pectic hydrolysis ได้ นอกจากนี้การใช้ความร้อนยังอาจทำให้เกิดการยับยั้งกิจกรรมของ ethylene-forming enzyme ซึ่งยับยั้งกระบวนการการสังเคราะห์เอทิลีน (Lurie, 1998)

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู พบว่าการจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนทุกวิธีการทดลอง สามารถลดปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นได้ โดยพบว่าการจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30

นาที่ สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด Lactic acid bacteria Coliforms ยีสต์และราได้ดีกว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 40 องศาเซลเซียสตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะมีประสิทธิภาพในการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคได้ดีกว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ดังที่มีรายงานการจุ่มหอมหัวใหญ่แปรรูปพร้อมบริโภคในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และอุณหภูมิ 52.5 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า (Cantwell และคณะ, 2001)

5.6 ผลของน้ำร้อน (hot water) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของฟรังที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง

จากการทดลองจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* ค่า Hue ความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซี โดยค่าการเปลี่ยนแปลงสี และความแน่นเนื้อจะลดต่ำลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของฟรังในทุกวิธีการทดลอง จากการศึกษารายอมรับของผู้บริโภคพบว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น ความกรอบ และการเกิดลักษณะอาการผิดปกติสูงกว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งความร้อนที่ใช้มีผลในการลดการอ่อนนุ่มของฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง โดยความร้อนทำให้เกิดการละลายของ wax ที่ผิวฟรังจึงทำให้ wax ที่ละลายออกมาสามารถเคลือบผิวของฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคได้ จึงเป็นการเชื่อมหรือปิดบริเวณเซลล์ที่เป็นช่องเปิดตามธรรมชาติ และเซลล์ที่เกิดการแตกหรือได้รับความเสียหาย อันเนื่องมาจากการกระบวนแปรรูป ดังนั้นจึงช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและรักษาความแน่นเนื้อในระหว่างที่เก็บรักษา (Fallik และคณะ, 1999, 2000 และ Ilic และคณะ, 2001) Luna-Guzman และคณะ (1999) พบว่าการจุ่มแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในน้ำร้อนซึ่งเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 โดยจุ่มที่อุณหภูมิ 20 40 และ 60 องศาเซลเซียส สามารถช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อของแคนตาลูปได้ถึงร้อยละ 300

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง พบว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนทุกวิธีการทดลอง สามารถลดปริมาณยีสต์และราเริ่มต้นได้ ภายหลังจากที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Lactic acid bacteria ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ในขณะที่การจุ่มฟรังแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถชะลอการเพิ่มจำนวนของ coliforms ยีสต์และราได้ดีที่สุด ทั้งนี้ระดับของอุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนที่แตกต่างกันมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดไม่เท่ากัน ดังที่มีรายงานการจุ่มมะม่วงแปรรูปพร้อม

บรีโอกในน้ำร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 48-65 องศาเซลเซียส นาน 10-25 วินาที สามารถควบคุมการเน่าเสีย ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Alternaria alternata* ได้ (Prusky และคณะ, 1999) ในขณะที่การจุ่มผล

แอ๊ปเปิ้ลในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที สามารถลดปริมาณแบคทีเรีย *Escherichia coli* O157:H7 ได้ (Fleischman และคณะ, 2001)

5.7 ผลของลมร้อน (hot air) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของฝรั่งที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู

จากการทดลองอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูแล้วด้วยลมร้อน พบว่าฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในทุกวิธีการทดลองมีค่า L^* ค่า Hue ความแน่นเนื้อ คะแนนการยอมรับของบริโภคในด้านสี กลิ่น และความกรอบ ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากฝรั่งจัดอยู่ในกลุ่มของ climacteric fruit จึงมีกระบวนการสุกเกิดขึ้นในระหว่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเหตุให้เกิดการอ่อนนุ่มของเนื้อและมีการพัฒนาสีของฝรั่ง ยิ่งไปกว่านั้นความร้อนที่ฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูได้รับจากการอบด้วยลมร้อน อาจมีผลในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ การผลิตเอทิลีน และการสลายตัวของผนังเซลล์ จึงทำให้ความแน่นเนื้อและความกรอบลดลง จากการทดลองพบว่าฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูมีลักษณะอาการผิปกติเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนทำให้ฝรั่งเกิดการสูญเสียน้ำ เป็นเหตุให้ความเข้มข้นของวิตามินซีภายในเซลล์สูงขึ้น ดังนั้นเมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีจึงทำให้ได้ค่าปริมาณวิตามินซีที่สูง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นกิมจู ที่อบด้วยลมร้อน พบว่าฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในทุกวิธีการทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms Lactic acid bacteria ยีสต์และรา เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถช่วยชะลอการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

5.8 ผลของลมร้อน (hot air) ระดับอุณหภูมิในการให้ความร้อน และระยะเวลาในการให้ความร้อนของฝรั่งที่ผ่านการแปรรูปแล้ว ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทอง

จากการทดลองอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อน พบว่าฝรั่งในทุกวิธีการทดลองมีการเพิ่มขึ้นของค่า L^* และค่า Hue เพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่พบว่าฝรั่งมีค่าความแน่นเนื้อ และมีปริมาณวิตามินซีลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา เช่นเดียวกับการทดลองของ Uddin และคณะ (2002) ที่ศึกษาการอบแห้งฝรั่งแปรรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส โดยพบว่าความร้อนมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีในฝรั่งแปรรูปลดลง ทั้งนี้เนื่องจากวิตามินซีมีความ sensitive ต่อความร้อนเช่นเดียวกับ polyphenol และ carotenoid (Rawson และคณะ, 2011) ดังที่มีรายงานการอบแห้ง aonla fruit ด้วยลมร้อนซึ่งพบว่าการสูญเสีย

ปริมาณวิตามินซี โดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยา oxidation ที่เกิดขึ้นในระหว่างที่อบแห้งในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง (Pragati และ Dhawan, 2003) จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองมีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และความกรอบลดลง โดยการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ช่วยชะลอการลดลงของคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ จากการศึกษาลักษณะอาการผิดปกติพบว่าการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้ฝรั่งเกิดลักษณะอาการผิดปกติมากกว่าการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองที่ผ่านการอบด้วยลมร้อนทุกวิธีการทดลองมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถช่วยชะลอการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Lactic acid bacteria ยีสต์และรา ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ในขณะที่พบว่าการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถช่วยชะลอการเพิ่มปริมาณ Coliforms ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

5.9 ผลของลำดับขั้นตอนในการให้ความร้อนต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูและพันธุ์แป้นสีทอง

5.9.1 ผลของลำดับขั้นตอนในการให้ความร้อน ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู

จากการศึกษาผลของลำดับขั้นตอนในการให้ความร้อน ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจู พบว่าการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนก่อนการแปรรูป (TM1) ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* และปริมาณวิตามินซีได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าอากาศซึ่งเป็นตัวพาความร้อนของวิธีการอบด้วยลมร้อน ดังนั้นจึงช่วยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ และช่วยรักษาการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาณวิตามินซีได้ดีกว่าการอบด้วยลมร้อน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูป (TM2) และการอบฝรั่งพันธุ์กิมจูก่อนและหลังการแปรรูปด้วยลมร้อน (TM6) ช่วยชะลอการลดลงของค่า Hue ความแน่นเนื้อ และการเกิดลักษณะอาการผิดปกติได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความร้อนที่ฝรั่งได้รับจากการอบด้วยลมร้อนจะน้อยกว่าการจุ่มในน้ำร้อนจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ น้อยกว่า จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าการจุ่มฝรั่งพันธุ์กิมจูก่อนและหลังการแปรรูปด้วยน้ำร้อน (TM5) ทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น และความกรอบสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ ในขณะที่การจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูในน้ำร้อน (TM3) และการอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อน (TM4) ก่อให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติมากกว่าวิธีการอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองวิธีเป็นการให้ความร้อนกับฝรั่งที่ผ่านการแปรรูปแล้ว จึงทำให้เกิดความเสียหายได้มากกว่าการให้ความร้อนกับผลฝรั่งก่อนการแปรรูป

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าฝรั่งในทุกวิธีการทดลองมีเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการจุ่มผลฝรั่งพันธุ์กิมจูในน้ำร้อนก่อนการแปรรูป (TM1) ช่วยชะลอ

การเพิ่มปริมาณ Lactic acid bacteria ยีสต์และรา ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ในขณะที่การจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อน (TM3) ช่วยชะลอการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Coliforms พบว่าการอบผลฝรั่งพันธุ์กิมจูด้วยลมร้อน (TM2) ช่วยชะลอการเพิ่มปริมาณ Coliforms ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ จากการทดลองพบว่าการจุ่มผลฝรั่งหรือฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อน ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ดีกว่าการอบด้วยลมร้อนโดยสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวของฝรั่งได้ และการใช้น้ำร้อนยังมีผลดีในทางการค้าคือมีค่าใช้จ่ายเพียงร้อยละ 10 ของการใช้ไอน้ำร้อน (Jordan, 1993) มีรายงานว่า การใช้น้ำร้อนมีผลในการชักนำให้เกิดการสะสมเอนไซม์ glucanase และ chitinase ซึ่งมีส่วนสำคัญในการต้านทานการเกิดโรคของผลไม้ (Pavoncello และคณะ, 2001)

5.9.2 ผลของลำดับขั้นตอนในการให้ความร้อน ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อน

จากการศึกษาผลของลำดับขั้นตอนในการให้ความร้อน ต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อน การอบฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อนด้วยลมร้อน (TM4) ช่วยชะลอการลดลงของค่า L^* ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ในขณะที่การจุ่มฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองก่อนและหลังการแปรรูปด้วยน้ำร้อน (TM5) ช่วยชะลอการลดลงของค่า Hue ได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ และการจุ่มฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อนในน้ำร้อน (TM3) ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี และความกรอบสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ อีกทั้งยังช่วยชะลอการเพิ่มปริมาณยีสต์และรา ซึ่งการใช้ความร้อนมีผลในการยับยั้งกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ โดยเฉพาะกระบวนการสุกของผลไม้ (Paull และ Chen, 2000) การจุ่มผลไม้ในน้ำร้อนมีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase และ exocellulase รวมถึง endocellulase ลดต่ำลง (Fallik, 2004) จึงทำให้ช่วยรักษาความแน่นเนื้อและความกรอบของฝรั่งแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำร้อนได้ นอกจากนี้ความร้อนที่ใช้ยังมีผลในการยับยั้งการแพร่จำนวนของจุลินทรีย์สาเหตุโรคโดยไปกระตุ้นให้เกิดกระบวนการป้องกันตนเองของพืชบริเวณชั้นนอกของ epicarp (Dettori และคณะ, 1996; Ben-Yehoshua และคณะ, 1997) โดยมีการชักนำให้เกิดการสร้าง lignin-like material ในบริเวณที่พืชถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย ตามด้วยการสร้างสาร phytoalexins scoparone และ scopolitin (Nafussi และคณะ, 2001) จึงสามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้

สำหรับการอบผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองด้วยลมร้อนก่อนการแปรรูป (TM2) พบว่าช่วยชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี และทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่นสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่มีผลทำให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ลมร้อนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำบริเวณผิวของผลฝรั่งได้มากกว่าการจุ่มในน้ำร้อน จึงทำให้ผิวของผลฝรั่งแห้งและมีสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่ผิวของผล นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบการเกิดความเสียหายอื่น ๆ อีก เช่น การเกิดรอยยุบตัว (pitting) ของผิว grapefruit (Miller และคณะ, 1988) และมะม่วง (Jacobi และ Gowanlock, 1995) และพบการเหี่ยวของ Zucchini (Jacobi และคณะ, 1996) และแตงกวา (Chan และ Linse, 1989)